

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-136252

(43)Date of publication of application : 31.05.1996

(51)Int.Cl.

G01C 3/06

G01B 11/00

(21)Application number : 06-305602

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES &amp; DEV LAB INC

(22)Date of filing : 14.11.1994

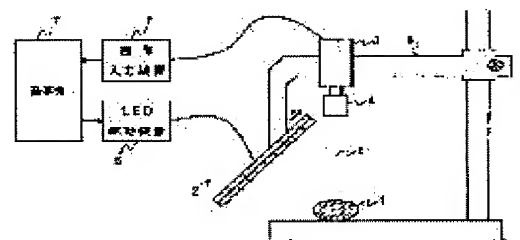
(72)Inventor : YAMADA KEIICHI  
NAKANO TOMOAKI  
YAMAMOTO ARATA

## (54) SURFACE DIRECTION DETECTING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To shorten measurement time, simplify device configuration, and to improve detection precision in measurement in the direction of surface of an object by adjusting the distribution of light emission intensity ratio at each position by changing the light emission intensity of a light emitting part into two types of patterns.

CONSTITUTION: Firstly, a calculator 7 controls an LED drive device 6, so that, an LED lighting device 2 is allowed to illuminate in the first pattern. The image of an object 1 at this time is picked up by a T.V. camera 3, and the image data is fetched into the calculator 7 by an image input device 5. Then, the calculator 7 controls the drive device 6, so that the lighting device 2 is allowed to illuminate in the second pattern. The image of the object 1 at this time is imaged by the camera 3, and the image data is fetched into the calculator 7. After the data is fetched, the calculator 7 calculates the distribution in surface direction. Thus, the pixel at the angle within the range decided based on the relation among the object 1, camera 3, and lighting device 2 is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3339221

[Date of registration] 16.08.2002

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-136252

(43) 公開日 平成8年(1996)5月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 C 3/06

Z

G 0 1 B 11/00

B

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-305602

(22) 出願日 平成6年(1994)11月14日

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1

(72) 発明者 山田 啓一

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 中野 倫明

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 山本 新

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

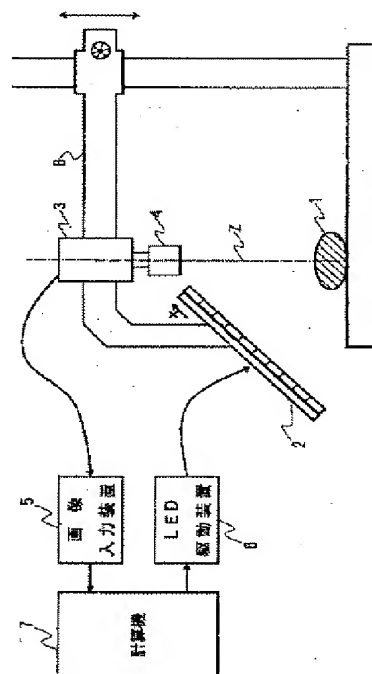
(74) 代理人 弁理士 藤谷 修

(54) 【発明の名称】 面方向検出装置

(57) 【要約】

【目的】対象物の面方向の測定に際し、測定時間を短縮し、装置構成を簡略化し、検出精度を向上させること。

【構成】1は測定対象物、2はLEDを一直線上に並べたLED照明装置、3は反射光強度を検出するテレビカメラである。LED照明装置3は1軸x方向に沿って発光強度が単調に増加する第1発光パターンと単調に減少する第2発光パターンとで発光可能であり、その発光強度比は1/AからAに範囲で単調に増加するように設定されている。テレビカメラ3により光軸z方向の反射光が検出されその反射光の第1発光パターンの受光強度と第2発光パターンの受光強度との比が計算機7で演算される。この強度比から反射光はLED照明装置3のどの位置から発射された光かを特定することができる。この位置により面の方向を測定することが可能である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光部の発光強度の発光部における位置による分布を2通りのパターンに変化でき、前記位置に関する前記位置毎の2通りの発光強度の比の分布を、ほぼ1/AからAの範囲で単調に増加する関数とし、対象物に対して前記2つのパターンで照射する照明手段と、前記照明手段の前記発光部のある位置から対象物に照射された入射光線の対象物からの反射光線の強度を、前記2つのパターンに対して、それぞれ、測定する測定手段と、

前記測定手段により測定された前記2つのパターンに対する2つの反射光線の強度比から、前記反射光線に対応する前記入射光線の前記発光部上の放射位置を求め、その放射位置に基づいて、前記対象物の面方向を求める演算手段と、からなる面方向検出装置。

【請求項2】 前記照明手段は一系列に複数設けられており、各照明手段は、前記対象物の面方向の測定可能範囲の分割された各角度範囲の検出に用いられる入射光を発光することを特徴とする請求項1に記載の面方向検出装置。

【請求項3】 前記照明手段は、前記測定手段の光軸を中心軸とする半球または円錐の内面に沿って、多数個設けられており、各照明手段は、前記対象物の面方向の測定可能範囲の分割された各角度範囲の検出に用いられる入射光を発光することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の面方向検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、鏡面における光の正反射の性質を利用して鏡面の面方向を測定する装置に関する。

## 【0002】

【従来技術】 鏡面での光の正反射の性質を利用して鏡面の面方向を検出する方法は、対象物からの反射光が複数の位置に設けられた光源のうちの何れの光源からの光に対応しているのかを判定し、正反射では入射角と反射角が等しいことを利用して、その光源の位置から反射面の面方向を求めるものである。

【0003】 この従来技術では、反射光の光源を特定するために、複数の光源を順次点灯して反射光の有無を検出し、検出された反射光の光を放射している光源の位置を求めるものである（例えばA. C. Sanderson, L. E. Weiss and S. K. Nayar: "Structured highlight inspection of specular surfaces", IEEE Trans. Pattern Anal. & Mach. Intell., PAMI-10, 1, pp. 44-55(1988)）。しかし、この方法では、光源を順次点灯して反射光を検出するので、測定に時間がかかるという問題点がある。特に、検出する面方向の種類に比例して測定時間が長くなるという問題点がある。

【0004】 この方法の改良として、位置によって異な

る波長（色）の光源を用い、全ての光源を同時に点灯して、対象物からの反射光を受光し、その反射光の波長を検出し、その波長により光源の位置を特定する方法がある。この方法は、一度に全ての光源を点灯することから、測定時間を短縮することができる（例えば、秦清治、西山雅子：「カラーストライプ照明下でのステレオ視による鏡面形状の抽出」第8回産業における画像センシング技術シンポジウム講演論文集, pp. 103-108(1992-6)）。しかし、この方法では、反射光を波長に分けて検出する必要があるため、装置構成が複雑になる問題点があった。

【0005】 又、投影光学系を用いて透過型の面光源を作り、これを対象物体に十分近づけて配置し、物体に関する拘束条件のもとで、物体面の法線方向と奥行き情報を得る手法がある（西野悦二、白井良明、「投影光学系を用いた光度差ステレオ法による金属面の形状決定」、コンピュータビジョン32-2, (1984, 7)）。この方法は、透過率がウェッジ状に変化するフィルタを用いて拡散板上に投影して、拡散板上の明るさの分布をウェッジ状とし、この拡散板を面光源として、拡散板からの反射光を対象物に照射するようにしたものである。そして、対象物からの反射光をテレビカメラで受光して、テレビカメラの受光面での濃淡情報（反射光強度）をもとに画像上の各画素に対応する面光源上の光源位置を一度に求めている。

【0006】 ただし、物体面の反射率などの影響を受けない様に、フィルタ無し状態で投影光学系で拡散板上に投影して作ったほぼ様な明るさの面光源を用い、反射光強度を規格化している。この方法では、規格化によって物体面の反射率などの影響を受けないようにしているが、基本的には反射光強度をそのまま用いているため、カメラの雑音の影響を受け易い。そのため、対応点決定の精度が良くないので、面方向の検出精度が良くないという問題点があった。

【0007】 即ち、投影光学系を用いた従来方法では、ほぼ様な明るさの面光源の反射光強度で規格化するので、位置毎に発光強度の比はほぼ1/Aから1の区間（A>1）に分布する。このため、発光強度比のダイナミックレンジが狭いので、カメラの雑音の影響を受け易く、面方向の検出精度が良くないという問題点がある。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、対象物の面方向の測定に際し、測定時間を短縮し、装置構成を簡略化し、検出精度を向上させることである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するための発明の構成は、反射光を用いて対象物の面方向を検出する装置において、発光部の発光強度の発光部における位置による分布を2通りのパターンに変化でき、位置に

関する位置毎の2通りの発光強度の比の分布を、ほぼ1/AからAの範囲で単調に増加する関数とし、対象物に対して2つのパターンで照射する照明手段と、照明手段の発光部のある位置から対象物に照射された入射光線の対象物からの反射光線の強度を、2つのパターンに対して、それぞれ、測定する測定手段と、測定手段により測定された2つのパターンに対する2つの反射光線の強度比から、反射光線に対応する入射光線の発光部上の放射位置を求め、その放射位置に基づいて、対象物の面方向を求める演算手段とを設けたことである。

【0010】他の発明は、照明手段を一列に複数設け、各照明手段は、対象物の面方向の測定可能範囲の分割された各角度範囲の検出に用いられる入射光を発光することを特徴とする。他の発明は、照明手段を、測定手段の光軸を中心軸とする半球または円錐の内面に沿って多数個設け、各照明手段は、対象物の面方向の測定可能範囲の分割された角度範囲の検出に用いられる入射光を発光することを特徴とする。

#### 【0011】

【発明の作用及び効果】照明手段は、各発光部の発光強度を第1パターンと第2パターンとして発光することができる。その第1パターンと第2パターンの発光強度比は、1/A～Aの範囲で単調に増加するように第1パターン及び第2パターンの発光強度が調整されている。但し、発光位置との関係で発光強度比が単調に増加する必要はなく、値として同一値を取らないという意味である。

【0012】このような照明手段により、対象物に第1パターンで照明し、対象物からの反射光強度が測定手段によって測定される。この測定手段は、対象物の同一反射位置に対しては、発光面の1位置から発光された光線に対応する反射光線のみを受光できるように調整されている。このときの反射光強度の測定値をS1とする。同様に、第2パターンにより対象物に光を照射し、その反射光の強度を測定する。このときの反射光強度の測定値をS2とする。そして、上記の反射光強度の比S1/S2を求め、発光面の発光強度において、第1パターンと第2パターンとで、発光強度の比がS1/S2に最も近い発光面上の位置が演算される。そして、その発光面上の位置における対象物への入射光の光軸と、測定手段の検出する反射光の光軸との関係から、対象物の反射面の方向が演算される。

【0013】以上のように、照明の発光強度パターンを2通りに変化させて対象物に照射し、その対象物からの反射光の強度の比を測定することで面方向の測定が可能となるので、測定時間の短縮ができる効果がある。また、光源の波長は同一でよいので、波長を変化させた場合に比べて装置が簡単になる効果がある。反射光強度の比を利用するので、対象物の面の反射率の影響や、照明手段の光源の発光強度の絶対的な変化に影響されことなく面方向が検出できる。又、第1パターンと第2パタ

ーンとにおいて、発光部上の発光強度比の分布をほぼ1/AからAの間で単調に増加する関数としたので、ほぼ一様な明るさの面光源の反射光強度で規格化する従来方法に比べ、ダイナミックレンジが広がり、精度良く対応点が決定でき、面方向の検出精度が良くなる。

【0014】又、照明手段を一列に複数設けることで、検出可能な角度範囲を分割することができ、面方向の検出の分解能を向上させることができる。又、照明手段を、測定手段の光軸を中心軸とする半球または円錐の内面に沿って多数設けることで、任意方向を向いた面の方

#### 【0015】

##### 【実施例】

##### 第1実施例

本発明の第1実施例を図1に示す。この装置は、法線ベクトルが紙面上に存在する面の面方向を測定するものである。図1において、1は測定対象物、2はLED（発光ダイオード）を一直線上に並べたLED照明装置、3はLED照明装置2で照明された対象物1からの反射光強度の分布を画像として検出するためのテレビカメラ、4はテレビカメラ3のカメラレンズ、5はテレビカメラ3で撮影した画像を計算機7に入力する画像入力装置、6はLED照明装置2を駆動するLED駆動装置、7はLED駆動装置6を制御するとともに画像入力装置5から入力される画像データから対象物の面方向分布を計算する計算機、8はテレビカメラ3とLED照明装置2を固定する台座である。尚、LED照明装置2は、例えば、分割された各角度範囲の大きさを等しくするために図7に示すように円弧上に並べてもよい。テレビカメラ3とLED照明装置2が同一の台座に固定されているので、焦点深度の浅いカメラレンズを用いることにより、台座の位置をテレビカメラの焦点が合うように調節することで、対象物1とテレビカメラ3およびLED照明装置2との位置決めを行うことが可能となる。

【0016】図2に、LED照明装置2の構成を示す。図2において、LED1からLED12はLEDで、それぞれのLEDのカソード側は端子Gに接続されている。R1,1からR1,12は抵抗で、それぞれの抵抗の端子の一方はLED1からLED12のアノードに、もう一方の端子は端子V1に接続されている。R2,1からR2,12は抵抗で、それぞれの一方の端子はLED1からLED12のアノードに、もう一方の端子は端子V2に接続されている。

【0017】抵抗R1,1からR1,12は、理想的にはその抵抗値が等比的に変化するものである。また、正順の抵抗R2,1からR2,12の抵抗値は、それぞれ、逆順の抵抗R1,1からR1,12の抵抗値に等しいものである。抵抗値が厳密に等比的に変化するような抵抗は入手が難しいので、ほぼ等比的に変化する抵抗として例えばE-12系列やE-24系列の抵抗を利用する。図3に、抵抗R1,1からR

1, 12 およびR2, 1から2, 12の抵抗値を示す。LED 1からLED 12のLEDの発光強度は、これらの抵抗値で決まるLEDの駆動電流の範囲で、駆動電流に比例するものとする。従って、抵抗R1, 1からR1, 12を用いた場合の各LEDの発光強度は等比級数的に増加し、抵抗R2, 1からR2, 12を用いた場合の各LEDの発光強度は等比級数的に減少する。

【0018】まず、面の角度を求める原理を説明する。図4に、LED照明装置2の端子V1と端子G間に一定電圧Vを印加したとき（第1パターン）および端子V2と端子G間に一定電圧Vを印加したとき（第2パターン）のLEDの1軸方向の発光強度分布L1(i)およびL2(i)を示す。また、2つの発光強度L1(i)とL2(i)の比L1(i)/L2(i)を図5に示す。ここでiはLEDの識別番号で、i=1, 2, ..., 12がそれぞれLED1, LED2, ..., LED12に対応する。

【0019】i番目のLEDからの光が対象物の面で正反射してテレビカメラに入射するとき、第1パターンおよび第2パターンの何れの場合も、光は同一の光路でテレビカメラに入射する。従って、対象物の面での反射率をrとすると、テレビカメラへの入射光の強さは、第1パターンL1(i)に対しては $r \cdot L1(i)$ 、第2パターンL2(i)に対しては $r \cdot L2(i)$ となる。よって、テレビカメラへの入射光強度の比は、 $\{r \cdot L1(i)\} / \{r \cdot L2(i)\}$ すなわちL1(i)/L2(i)であり、前述したi番目のLEDの発光強度の比L1(i)/L2(i)に等しい。

【0020】このように、テレビカメラ3への正反射光の強度比が分かれば、その反射光に対応する入射光を発光しているLEDの発光強度比が分かる。図5に示したように、LEDの発光強度比から、LEDの識別番号iが一意に決まるので、対象物1の面からの正反射光がどのLEDからの光なのか分かる。尚、LED素子毎のバラツキやLED発光面の汚れ等により、同一駆動電流における発光強度がLED毎に異なる場合には、発光強度の分布特性は図8のようになる。しかし、この場合にも、LED毎の発光強度比は図9のようになり、図5と等しくなるために何ら問題がない。

【0021】図6に、対象物1の面からの正反射光となる光源のLEDの位置から面の角度が求められる原理を示す。テレビカメラ3の光軸zを基準としてLEDの放射する入射光B<sub>i</sub>の方向をθ<sub>a</sub>度とすると、対象物1とLED照明装置2との距離が対象物1の測定領域の大きさおよびカメラレンズの開口より十分大きいとき、面方向（面に垂直なベクトル）の紙面に平行な角度θは、図に示すようにθ<sub>a</sub>/2度となる。

【0022】尚、本方法によれば、一様な明るさで規格化する従来の方法に比べ、LEDを識別するための情報であるLEDの発光強度の比はL1(i)/L2(i)

のLEDによる違いが大きくなる。即ち、LEDの発光強度の等比係数すなわち抵抗値の等比係数C（ただしC>1）とすると、発光強度の比L1(i)/L2(i)

(i)の最小の変化は、従来方法ではC倍であるのに対し、本方法ではCの2乗倍となる。従って、本方法によれば、テレビカメラの雑音の影響を受けにくくなるので、ほぼ一様な面光源の反射光強度で規格化する従来方法に比べ、精度良く対応点が決定でき、面方向の検出精度が良くなる。

【0023】次に、図1の装置の動作を説明する。まず、計算機7からLED駆動装置6を制御してLED照明装置2の端子V1とGの間に一定電圧Vを印加することによって、LED照明装置2を第1パターンで発光させる。このときの対象物1の画像をテレビカメラ3によって撮像し、その画像データD1(x, y)を画像入力装置5によって計算機7に取り込む。

【0024】次に、計算機7からLED駆動装置6を制御してLED照明2の端子V2とGの間に一定電圧Vを印加することによって、LED照明装置2を第2パターンで発光させる。この時の対象物1の画像をテレビカメラ3によって撮像し、その画像データD2(x, y)を同じく計算機7に取り込む。

【0025】尚、画像データD1(x, y)およびD2(x, y)は、その画素値がテレビカメラ3への入射光強度の対数に比例するものである。これは、テレビカメラ3の出力値をあらかじめ校正したルックアップテーブルによって変換する処理によって簡単に実現可能である。画素値を入射光強度の対数に比例するように変換したのは、光強度の比を減算により求められるようにするためである。

【0026】以上でデータの取り込みが終了した。次に、計算機7によって、面方向分布の計算を行う。画像データD1(x, y)およびD2(x, y)は、前述の様に画素値がテレビカメラ3への入射光強度の対数に比例するので、D1(x, y)-D2(x, y)は $k \cdot \log(L1(i)/L2(i))$ となる。ここで、kは比例定数である。よって、D1(x, y)-D2(x, y)から各画素(x, y)について角度θ(x, y)が求められる。但し、ここで求められるのは、対象物1、テレビカメラ3とLED照明装置2との位置関係で決まる角度測定範囲内の角度の画素である。また、画像データD1(x, y)およびD2(x, y)の何れかの画素値が所定の閾値以下である場合は、鏡面以外による反射光またはテレビカメラ3の雑音の可能性が強いので、無効データとして無視する。

【0027】角度θは、D1(x, y)-D2(x, y)の値から角度へのルックアップテーブルをあらかじめ作成しておき、このテーブルを引くことで求めることができる。このルックアップテーブルは、対象物1、LED照明装置2の各LEDおよびテレビカメラ3の位置

から幾何学的な計算で作成する方法や、対象物1の位置に実際に色々な角度の面を置いて取り込んだ画像データをもとに作成する方法が考えられる。以上の処理により、角度 $\theta(x, y)$ のデータが得られる。

【0028】尚、本実施例で、LEDを一直線上に並べたのは、測定対象の面方向がテレビカメラの光軸 $z$ を含む1平面に平行な成分しか持たないためである。例えば、色々な方向を向いている面の測定には、上記第1、第2のパターンで発光する複数のLEDを一直線上に並べる代わりに、例えば、図10に示すように、テレビカメラ3の光軸 $z$ を中心軸とする半球Aの内面にLED(LED1, LED2, ..., LEDn)を多数配置した構成により、任意の向きを向いた面の方向を検出することが可能となる。

【0029】即ち、対象物1からLED $i$ へのベクトルを $F^*i$ 、テレビカメラの光軸ベクトルを $Z^*$ と表す時、LED $i$ により法線ベクトル $N^*$ が $(F^*i / |F^*i| + Z^* / |Z^*|) / 2$ である面 $Ti$ を検出することができる。また、一直線上に並べた図1または図7に示すようなLED照明装置を対象物に対して相対的にスキャンすることにより、色々な方向を向いている面を検出することも可能である。

【0030】また、本実施例による測定を高速に繰り返すことにより、対象物の面方向分布の時間的な変化を測定することが可能であることは明らかである。また、本実施例では、光源にLEDを用いたが、投影光学系などの他の方法を用いてもよい。

【0031】また、本実施例では、LED照明を構成するLEDの数を12とした。このLEDの数は、1つは必要な測定精度から、もう1つはテレビカメラ3のダイナミックレンジおよび $S/N$ の問題から決まる。すなわち、LEDの数を12にした場合、測定できる面方向の種類は最大12となる。また、テレビカメラ3でセンシングできる反射光強度比の種類が最大12であれば、LEDの数は最大でも12となる。必要な測定精度の点からLEDの数をさらに増やした場合には、例えば、第2実施例を用いることができる。また、よりダイナミックレンジの広いテレビカメラ3を用いることにより、センシングできる反射光強度比の種類を増やすことができるので、LEDの数を増やすことができ、従って測定精度を上げることが可能である。

#### 【0032】第2実施例

本発明の第2実施例を図11に示す。本実施例は、テレビカメラ3のダイナミックレンジおよび $S/N$ の問題で、LEDの数を増やすことができない場合の解決方法である。ここでは、角度の測定精度を上げるために、LEDの数を第1実施例の倍の24個とする場合を示す。図11に示す本実施例の装置において、LED照明装置2は、2系統のLED照明装置2Aと2Bから構成される。LED照明装置2A及び2Bは、ともに第1実施例

のLED照明と同様の構成である。LED照明装置2A及び2B以外は第1実施例と同様の構成である。尚、LED照明装置2A、2Bは、図7と同様に両者を同一円弧上に配置してもよい。

【0033】次に、図11の装置の動作を説明する。本実施例においては、LED照明装置2Aと2Bとを別々に点灯してテレビカメラ3で撮像する。本実施例は、検出角度範囲を2分して、一方の範囲をLED照明装置2Aの照明により検出し、他方の範囲をLED照明装置2Bの照明により検出するものである。各LED照明装置2A、2Bの発光強度比の種類は12種類であるので、結局、全検出角度範囲を24個の光線により検出したのと等価となる。

【0034】まず、LED照明装置2Aを第1パターンで発光させて対象物1の画像をテレビカメラ3によって撮像し、その画像データ $D1A(x, y)$ を計算機7に取り込む。次に、LED照明装置2Aを第2パターンで発光させて対象物1の画像をテレビカメラ3によって撮像し、その画像データ $D2A(x, y)$ を計算機7に取り込む。次に、LED照明装置2Bを第1パターンで発光させて対象物1の画像をテレビカメラ3によって撮像し、その画像データ $D1B(x, y)$ を計算機7に取り込む。次に、LED照明装置2Bを第2パターンで発光させて対象物1の画像をテレビカメラ3によって撮像し、その画像データ $D2B(x, y)$ を計算機7に取り込む。尚、画像データ $D1A(x, y)$ 、 $D2A(x, y)$ 、 $D1B(x, y)$ 、 $D2B(x, y)$ は、その画素値がテレビカメラ3への入射光強度の対数に比例するものである。

【0035】次に、計算機7によって、面方向分布の計算を行う。 $D1A(x, y) - D2A(x, y)$ から各画素 $(x, y)$ について角度 $\theta(x, y)$ が求められる。但し、ここで求められるのは、対象物1、テレビカメラ3とLED照明装置2Aの位置関係で決まる角度測定範囲内の角度の画素である。次に画像データ $D1B(x, y)$ および $D2B(x, y)$ についても同様の処理を行い角度を求める。但し、ここで求められるのは、画像データ $D1A(x, y)$ と $D2A(x, y)$ とから角度が求められなかった画素のうち、対象物1、テレビカメラ3とLED照明装置2Bの位置関係で決まる角度測定範囲内の角度の画素である。以上の処理により、両測定範囲内の角度の画素の角度 $\theta(x, y)$ のデータが得られる。

【0036】尚、本実施例では、LED照明装置をLED照明装置2A及び2Bの2系統にわけた場合であるが、必要に応じてLED照明装置を3系統以上に分ける構成も可能であることは明らかである。

【0037】尚、上記各実施例では、発光強度が単調に増加または減少する順にその発光強度を有するLED素子を並べた例を示したが、LED素子の配列順序はこれに限るものではない。例えば、図2の照明装置の場合、予め知られた発光強度を有する各LEDの幾何学的な配

列順序を、左から順にLED1、LED5、LED12、・・・、LED3のように並べてもよい。要は、発光強度および発光強度比と発光位置との関係が予め分かっているならば、本発明の効果を奏することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る面方向検出装置を示した構成図。

【図2】照明装置の構成を示した回路図。

【図3】照明装置の各LEDに接続される抵抗の値を示した説明図。

【図4】照明装置の第1パターン及び第2パターンにおける発光強度の1軸方向の分布を示した特性図。

【図5】照明装置の第1パターン及び第2パターンにおける発光強度の比の1軸方向の分布を示した特性図。

【図6】面方向の検出原理を示した説明図。

【図7】第1実施例装置の照明装置の変形例を示した構成図。

【図8】照明装置のLEDの発光強度が不均一な場合の

第1パターン及び第2パターンにおける発光強度の1軸方向の分布を示した特性図。

【図9】照明装置のLEDの発光強度が不均一な場合の第1パターン及び第2パターンにおける発光強度の比の1軸方向の分布を示した特性図。

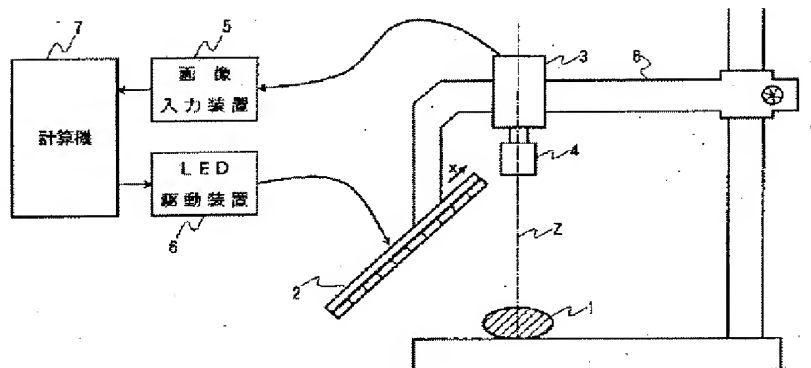
【図10】第1実施例装置の他の照明装置のLEDの配列方法を示した構成図。

【図11】第2実施例に係る面方向検出装置を示した構成図。

10 【符号の説明】

- 1…対象物
- 2…LED照明装置
- 3…テレビカメラ
- 4…レンズ
- 5…画像入力装置
- 6…LED駆動装置
- 7…計算機

【図1】

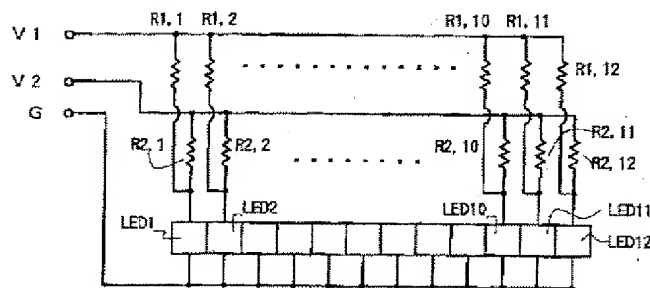


【図3】

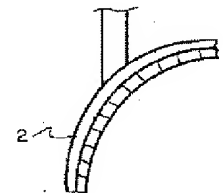
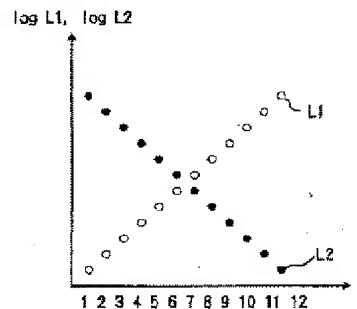
LED i	抵抗値 R1, i	抵抗値 R2, i
1	8.2 (kΩ)	1.0 (kΩ)
2	6.8	1.2
3	5.6	1.1
4	5.1	1.0
5	4.7	0.9
6	3.3	2.2
7	3.3	2.2
8	2.2	3.3
9	2.2	3.3
10	1.1	5.6
11	1.1	5.6
12	1.0	6.8

【図7】

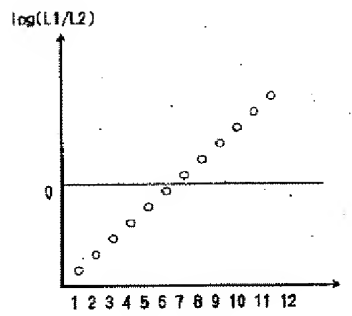
【図2】



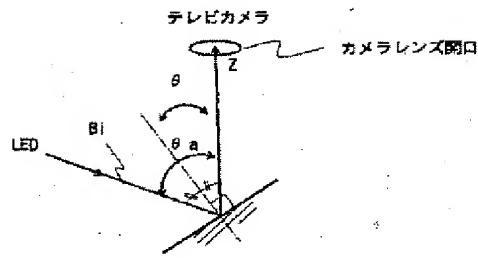
【図4】



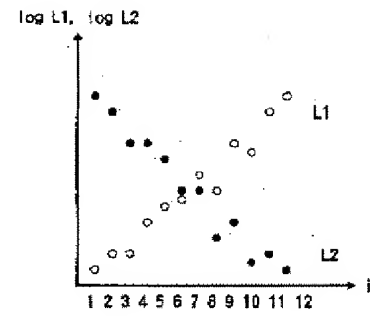
【図5】



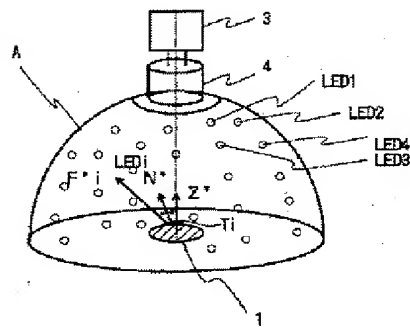
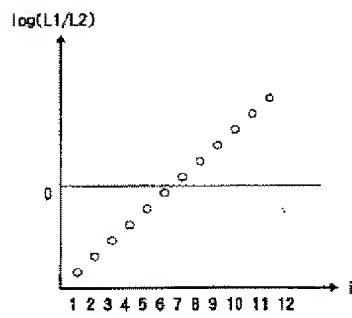
【図6】



【図8】



【図9】



$$N^* = \frac{1}{2} \left( \frac{F^* i}{|F^* i|} + \frac{Z^*}{|Z^*|} \right)$$

【図11】

